

Komfort-Wetterstation WS 9000

Die ausführliche Beschreibung des Hauptschaltbildes und der Anzeigensteuerung der 36 Sieben-Segment-Anzeigen sowie nochmals 23 Leuchtdioden steht im Mittelpunkt dieses zweiten Teils zur Beschreibung der neuen Komfort-Wetterstation WS 9000.

Teil 2

Schaltung

Die Gesamtschaltung der ELV-Komfort-Wetterstation WS 9000 teilt sich in 2 Hauptbereiche auf:

Zum einen handelt es sich dabei um die innerhalb der Basisstation integrierten Schaltungsbereiche und zum anderen um externe Schaltungsteile, wie sie zum Beispiel in dem von ELV neu entwickelten Sensorsystem zur hochgenauen Messung des Niederschlags und der Sonneneinstrahlung zu finden sind. Im einzelnen besteht die Gesamtschaltung der WS 9000 aus folgenden Teilschaltbildern:

1. Hauptschaltbild (Bild 3)
2. Anzeigenschaltbild (Bild 4)
3. Netzteilschaltbild (Bild 5)
4. Luftdruckmessung (Bild 6)
5. Luftfeuchtemessung (Bild 7)
6. Sonneneinstrahlung (Bild 8)
7. Niederschlagsmessung (Bild 9)
8. Windmessung (Bild 10)

Zur besseren Übersicht haben wir die einzelnen Schaltbilder in logisch zusammengehörende Funktionsgruppen unterteilt, die wir nacheinander detailliert beschreiben.

Hauptschaltbild (Bild 3)

Die wesentlichen Baugruppen dieses neuen Wettermeßsystems sind im Hauptschaltbild zusammengefaßt, das in Abbildung 3 dargestellt ist. Hier sehen wir den zentralen Mikrocontroller IC 1, den AD-Wandler IC 8, die Schnittstellen, die Display-Treiber, den Programmspeicher sowie die analogen und digitalen Eingangsschaltkreise, während in Abbildung 4 die Anzeigeneinheit dargestellt ist, auf die wir im Anschluß an das Hauptschaltbild noch näher eingehen.

Wir beginnen die detaillierte Funktionsbeschreibung mit den im linken Teil des Hauptschaltbildes dargestellten externen Meßeingängen für Temperatur, relativer Feuchte, Helligkeit, Niederschlag, Windgeschwindigkeit und Windrichtung. Sämtliche Meßwertaufnehmer werden über die rückseitig angeordneten Western-Modular-Steckverbindungen (BU1 bis BU6) an die WS 9000 herangeführt, wobei zur Erhöhung der Störsicherheit strikt auf die Trennung zwischen Analog- und

Digitalsignalen geachtet wurde.

Die Temperatur der drei Temperaturmeßstellen sowie des Regentropfenzählers wird mit Hilfe von Halbleitertempertursensoren gemessen, die sich wie passive Widerstände verhalten, so daß erst über die, auch zur Linearisierung dienenden, Lastwiderstände R 1 bis R 4 der notwendige Spannungshub erzeugt wird.

Der Widerstand R 5 versorgt in gleicher Weise den Temperatursensor des auf einer modularen Zusatzplatine untergebrachten Luftdrucksensors.

Während der zur Helligkeitsmessung dienende Helligkeitsmeßwertaufnehmer den größten analogen Spannungshub im Bereich von 0 bis 4 V liefert, stellt die zur Steuerung der Displayhelligkeit dienende und auf der Frontplatine angeordnete Fotodiode mit 0 bis 50 mV den kleinsten Spannungshub zur Verfügung.

Die analogen Meßsignale werden zur Störunterdrückung über Tiefpaßfilter (R 6 bis R 13, C 1 bis C 8) dem Analog-Multiplexer IC 7 zugeführt, der wiederum einen vom zentralen Mikroprozessor ausgewählten Kanal an den Meßeingang des hochpräzisen AD-Wandlers vom Typ TSC 500 anlegt.

Beim TSC 500 handelt es sich um einen meßwertintegrierenden Wandler, der sämtliche hierfür notwendige Funktionen auf einem Chip beinhaltet.

Zunächst wird der zwischen den Pins 10 (VI- bzw. GND) und 11 (VI+) von IC 8 anliegende Meßwert für eine vom Mikroprozessor vorgegebene Zeit an die aus R 15, C 10 und C 11 bestehende Integrationsgruppe angelegt. Der im Gegenkopplungszweig eines integrierten OPs liegende Integrationskondensator C 10 wird während dieser Zeit mit einem konstanten Strom geladen. In der anschließenden De-Integrationsphase, die wie alle anderen Funktionen über die Pins 12 und 13 vom Mikrocontroller gesteuert werden, wird das Meßsignal vom Integrator abgetrennt und statt dessen die zwischen den Pins 8 (VR-) und 9 (VR+) anliegende Referenzspannung von exakt 1,000 V angelegt.

Der Mikrocontroller mißt nun die Zeit, die verstreicht, bis der dem Integrator nachgeschaltete, im TSC 500 integrierte Komparator am Ausgang (Pin 14) die Flanke wechselt.

Da bei Integrationsbeginn vom Mikro-

controller ein interner Timer gestartet und mit dem Flankenwechsel am Komparatorausgang gestoppt wurde, kann aufgrund der bekannten Referenzspannung, der festen Integrationszeit sowie der gemessenen De-Integrationszeit der Mikrocontroller den genauen Eingangswert ermitteln und zur Berechnung des jeweiligen Meßwertes heranziehen.

Unerwünschte Spannungsdripts werden durch Programminterrupts ausgelöste Auto-Zero-Phasen des TSC 500 ausgeglichen. Trotz der sehr hohen Auflösung (20.000 Digit) dauert ein Meßzyklus für einen Eingangswert nur rund 300 ms.

Neben der üblichen +5 V-Versorgungsspannung benötigt der TSC 500 noch eine negative Spannung von -5 V, die mit Hilfe des kleinen Schaltreglers ICL7660 (IC 8) aus der positiven 5 V-Versorgungsspannung gewonnen wird. Obwohl der Schaltregler zum Arbeiten nur ein externes Bauelement (C 12) benötigt, sind zur Unterdrückung von Störspitzen die Widerstände R 125, R 126 und die Kondensatoren C 58, C 61 unbedingt erforderlich.

Neben den zuvor beschriebenen analogen Meßeingängen verfügt die Komfort-Wetterstation WS 9000 noch über mehrere digitale Eingangskanäle zur Messung der relativen Luftfeuchte, der Windgeschwindigkeit, der Windrichtung sowie zur Regenimpulsauswertung. Hier werden Frequenzen im Bereich von einigen Hz bei der Regenimpulsauswertung bis hin zu 320 kHz bei der Feuchtemessung ausgewertet.

Sämtliche Digitaleingänge verfügen über eine Schutzschaltung, so daß sich Störimpulse nicht negativ auswirken können.

Die Elektronik des Regenmeßaufnehmers wird an die Western-Modular-Buchse BU6 angeschlossen und über Pin 6 mit +5 V von der Basisstation versorgt. Der Tropfenzählimpuls gelangt von Pin 5 kommand über die Eingangsschutzschaltung (R23, D6, D7) und den mit R24, C15 aufgebauten Tiefpaß auf den Eingang (Pin 1) des Inverters IC 14A. Da hier lediglich Frequenzen zwischen 0 und 25 Hz auszuwerten sind, konnte der Tiefpaßkondensator C18 recht groß dimensioniert werden.

Der nachgeschaltete Inverter ist hier, wie bei allen weiteren Digitaleingängen, erforderlich, da die Ports des Mikrocontrollers SAB 80C535 ein aktives Verhalten zeigen.

Um auf schnell wechselnde Windgeschwindigkeiten optimal reagieren zu können, wurde zur Messung ein eigener Counter des Mikrocontrollers, angeschlossen an Port 35, verwendet. Es liegen somit stets aktuelle Windgeschwindigkeitsmeßwerte vor.

Die für die Windrichtungsauswertung erforderlichen Signale Phase 1, Phase 2 und Nullpunkt werden den Port-Leitungen P 15 bis P 17 des Mikrocontrollers zugeführt. Da in unseren Breiten Winde vorherrschend aus westlichen Richtungen vorliegen, erfolgt eine Synchronisation der Windrichtungsanzeige im Westen. Die Windmeßaufnehmer werden an die 8polige Western-Modular-Buchse BU 4 angeschlossen und aus der Basisstation über die Pins 1 und 4 mit ± 15 V versorgt.

Eine Besonderheit im Bereich der digitalen Meßeingänge stellt die Feuchtemessung dar. Zunächst wählt der Mikrocontroller über den Analogschalter IC 5 eine der beiden an Pin 1 und Pin 2 anliegenden Feuchtemeßstellen aus. Das an Pin 15 anliegende Signal wird mit Hilfe des Inverters IC 14F invertiert und einem weiteren, ebenfalls in IC 5 integrierten Analogschalter niederohmig an Pin 13 zur Verfügung gestellt.

Eine Feuchtemessung wird jeweils im Anschluß an die Wandlung der 8 Analogkanäle durchgeführt und das Meßsignal über den Schalter X (Eingang Pin 13, Ausgang Pin 14) an den Eingang des Mikrocontroller-Timers (hier als Counter verwendet) gegeben und die innerhalb einer Sekunde einlaufenden Impulse gezählt. Anhand der gemessenen Frequenz und der in der Software implementierten Feuchtekurve errechnet der Mikrocontroller jetzt die aktuellen Feuchtwerte.

Die Buchsen BU7 und BU8 sowie deren Eingangsbeschaltung dienen einer eventuellen späteren Erweiterung und werden zur Zeit nicht genutzt. Da Port 6 nur als Eingang fungieren kann, sind hier auch keine zusätzlichen Inverter erforderlich.

Nachdem wir uns ausführlich mit der Eingangsbeschaltung sowie mit der AD-Wandlung befaßt haben, kommen wir zum Kernstück der Schaltung, dem Mikrocontroller SAB 80C535 von Siemens.

Dieser Baustein enthält neben einer 8 Bit CPU und 256 Byte RAM weitere wichtige Peripherie-Funktionen on Chip. Neben insgesamt 56 Portleitungen mit sehr unterschiedlichen Funktionen und Eigenschaften (wovon 35 Leitungen unmittelbar genutzt werden) befinden sich eine einfache serielle Schnittstelle, 3 Counter/Timer mit diversen Zusatzfunktionen (belegt für Analog/Digitalmessungen, Windgeschwindigkeit und interne Zeitsteuerung) sowie ein 8-Bit-AD-Konverter innerhalb des ICs. Der 8-Bit-AD-Wandler wird aufgrund sei-

ner eingeschränkten Auflösung im vorliegenden Fall allerdings nicht genutzt und die betreffenden Eingänge bleiben anderen Funktionen vorbehalten.

Während sich das Programm der WS 9000 im EPROM IC 2 vom Typ 27C256 befindet, wird die riesige Datenmenge, die durch die komplexe Verwaltung der Minimum/Maximum-Werte anfällt, im akkugedufferten RAM vom Typ 6264 (IC 4) abgelegt. Die Daten werden im 10 Minuten-Rhythmus abgespeichert und bleiben aufgrund der Akkupufferung auch bei Netzausfall erhalten.

Da der Mikrocontroller auf der Portgruppe P0 die unteren 8 Daten und Adressen im Multiplexbetrieb verarbeitet, wird das untere Adreßbyte mit Hilfe des 8-Bit-D-Speichers IC 3 zwischengespeichert und somit dem RAM bzw. EPROM quasis tatisch zur Verfügung gestellt.

Neben dem RAM für die Daten und dem EPROM für das Programm werden die Kalibrierwerte für die Sensoren in einem separaten, 128 x 8 organisierten, I²C-Bus-EEPROM des Typs PCF8581 abgelegt, in dem die Daten auch über Jahre hinaus ohne Netzspannung bzw. Akkupufferung sicher gespeichert bleiben.

Der Datenaustausch zwischen Prozessor und EEPROM erfolgt über die beiden Leitungen SDA und SCL, die wiederum mit den Ports 40 und 41 des Mikrocontrollers verbunden sind. Während R53 und C27 für eine PCF8581 interne Zeitgeber-schaltung erforderlich sind, dienen die Pull-up-Widerstände R54 und R55 zum Anheben des High-Pegels.

Die Kommunikation zur Außenwelt erfolgt bei der WS 9000 zum einen über das Display, auf dem 13 Meßgrößen gleichzeitig dargestellt werden, und zum anderen über eine 8-Bit-Parallelschnittstelle (Centronics) sowie eine serielle Standard-Computerschnittstelle (RS232).

Über das flankengetriggerte 8-Bit-D-Register IC 12 werden die Druckerdaten 8 Bit breit an die parallele Schnittstelle ausgegeben, und die für den Handshake notwendigen Leitungen Strobe und Busy werden über Inverter (IC 11) direkt mit Port 55, 57 des Mikrocontrollers verbunden.

Für die Kommunikation mit einem externen Rechner ist in der WS 9000, unter Verwendung der mikrocontrollerinternen Schnittstelle, noch eine Standard-RS232-Schnittstelle implementiert worden. Es stehen als Datenübertragungsraten 4800 und 9600 Baud zur Verfügung, wobei die Baudrate chipintern erzeugt wird.

Über den Port P31 (TXD) gibt der Mikrocontroller das vom Menü her ausgewählte Datentelegramm an den SIO-Wandlerbaustein MAX 232 (IC 13) aus, der wiederum das TTL-Signal auf den für V24 erforderlichen Spannungshub konvertiert.

Zur Bedienung der Wetterstation WS 9000 sind insgesamt 4 Tasten vorhanden, die über Pull-up-Widerstände an den Ports 60 bis 63 des Mikrocontrollers angeschlossen sind. Während sich die Tasten <24h>, <man.> und <prog.> auf der Frontplatte befinden, wurde die Taste <kalib.> (die die Kalibrierfunktion der WS 9000 auslöst) an der Geräterückseite auf der Basisplatte angeordnet.

Anzeigenschaltbild (Bild 4)

Sämtliche Meßwerte der WS 9000 werden über insgesamt 36 Sieben-Segment-Displays vom Typ DJ700A (DI 201 bis DI 235) sowie 23 Einzel-Leuchtdioden (D 201 bis D 224) zur Anzeige gebracht (Abbildung 4).

Es handelt sich dabei um drei 3stellige Anzeigengruppen für die Temperatur (T1 bis T3), zwei 3stellige Gruppen für die relative Luftfeuchte (F1, F2), eine 3stellige Gruppe für Regen, jeweils 4stellige Gruppen für Luftdruck, Helligkeit und Sonnenscheindauer sowie zwei weitere 3stellige Gruppen für Windgeschwindigkeit und Windrichtung. Zusätzlich wird für die Meßgrößen Regen, Sonnenscheindauer und Windgeschwindigkeit der Dezimalpunkt bei Überlauf der Anzeigekapazität softwaremäßig umgeschaltet.

Darüber hinaus sind 3 LEDs für das Minuszeichen der Temperaturanzeigen, 4 LEDs für die Luftdrucktendenz sowie 16 LEDs für die Windrose vorhanden. Das Schaltbild zeigt die klare Gliederung der Anzeigen und ihre Zugehörigkeit zu den einzelnen Segmentgruppen.

Die Anzeigen wurden in zwei Gruppen zu je 14 Digit und eine Gruppe zu 10 Digit aufgeteilt, so daß bei einer Multiplexfrequenz von 1 kHz sich eine tatsächliche Anzeigefrequenz von ca. 71 Hz ergibt, was den heutigen Richtlinien bzgl. Multiplex- bzw. Bildwiederholffrequenz voll entspricht.

Doch wenden wir uns nun wieder dem Hauptschaltbild zu. Die vom Mikrocontroller zur Verfügung gestellten Segmentinformationen werden mit Hilfe der 8-Bit-D-Register IC 15, IC 17 und IC 19 zwischengespeichert und über die Segmenttreiber IC 16, IC 18 und IC 20 vom Typ ULN 2803 sowie die zur Segmentstrombegrenzung dienenden Widerstände R61 bis R84 zur Anzeigeeinheit geleitet.

Die Anoden der Digits werden über die Digtreiber, bestehend aus IC 21, IC 22 sowie den Transistoren T 1 bis T 14 angesteuert. Für die Decodierung der 14 Digtalkanäle stellt der Mikrocontroller den Decoder-ICs vom Typ 74LS145 an den Ports 50 bis 53 die notwendige Digtadresse zur Verfügung, wobei IC 21 die Gruppen 0 bis 7 und IC 22 die Gruppen 8 bis 13 versorgt. Durch den Inverter (IC 11C) in

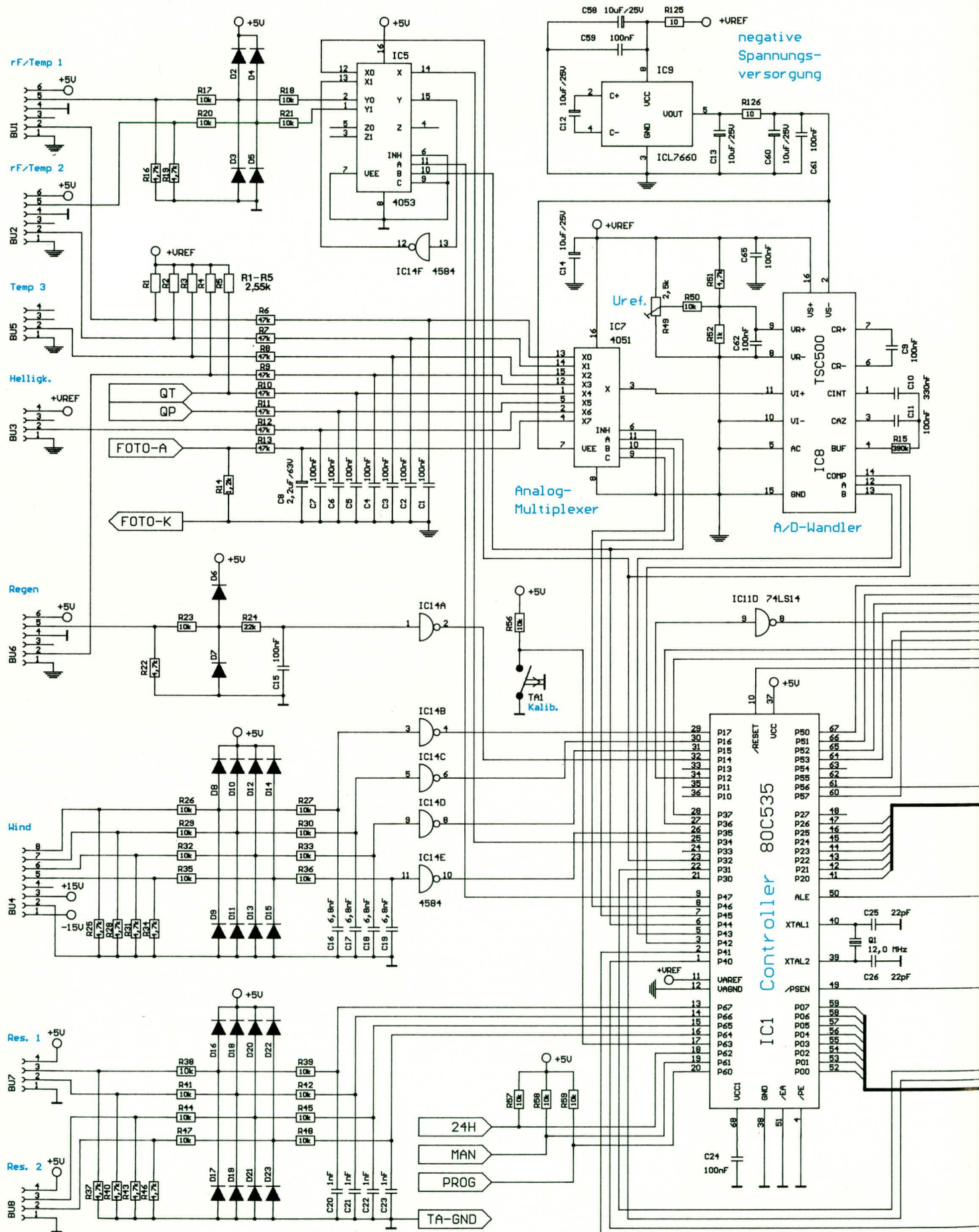
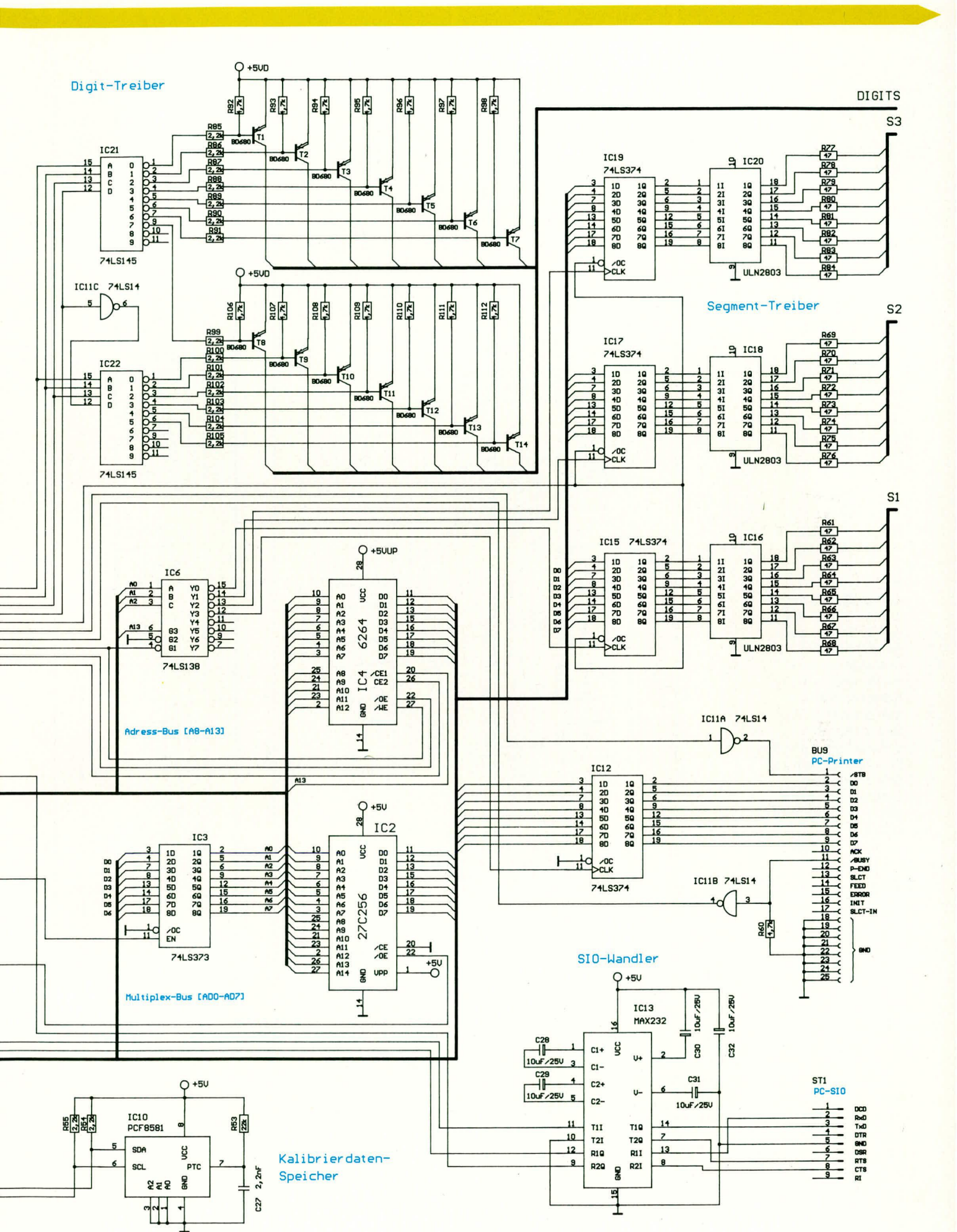


Bild 3 zeigt das Hauptschaltbild der Komfort-Wetterstation WS 9000 mit dem zentralen Mikrocontroller SAB 80C525 (IC 1)



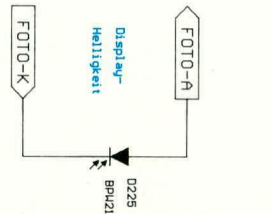


Bild 4 zeigt die komplette Anzeigeeinheit sowie die wesentlichen auf der Frontplatte untergebrachten Bedienelemente der Komfort-Wetterstation WS 9000. Des weiteren befindet sich auf der Frontplatte die zur Steuerung der Display-Helligkeit dienende Fotodiode D 238.

der D-Adreßleitung von IC 22 werden die beiden Decoder wechselseitig aktiviert.

Über die auf der Frontplatine angeordnete Fotodiode D 225 wird die Umgebungshelligkeit aufgenommen und dem Mikrocontroller über den AD-Wandler mitgeteilt. Daraufhin gibt eine Pulsbreitenmodulation im Peripherieteil des Mikrocontrollers mit einer kleinen Verzögerung, einen den Lichtverhältnissen entsprechenden Takt mit variablem Pulsausenverhältnis zur Steuerung der Segmentzweischenspeicher (IC15, IC17, IC19) aus.

Damit ist die Beschreibung des wichtigen Hauptschaltbildes und des Anzeigenschaltbildes abgeschlossen, und wir wenden uns im nächsten Teil der Stromversorgung und der Sensorik zu.

